

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 10-117006

(43)Date of publication of application : 06.05.1998

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 09-242126

(71)Applicant : KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1997

(72)Inventor : NAKAJIMA AKIHIKO  
YOSHIMI MASASHI  
SUZUKI TAKAYUKI  
YAMAMOTO KENJI

(30)Priority

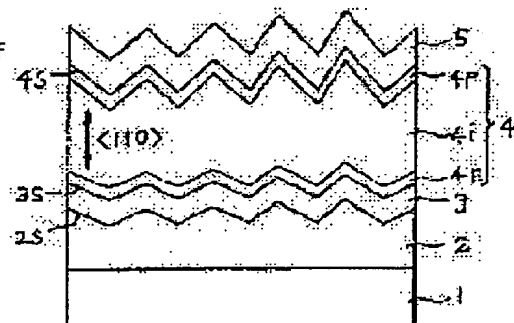
Priority number : 08241195      Priority date : 23.08.1996      Priority country : JP

## (54) THIN-FILM PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin-film photoelectric conversion device having improved optical absorption efficiency.

**SOLUTION:** The device contains a polycrystalline photoelectric conversion layer (4) and a metallic thin film (3), covering one main surface thereof. The polycrystalline photoelectric conversion layer (4) has an average thickness within a range of 0.5 to 20  $\mu\text{m}$ . At least one of both main surfaces of the polycrystalline photoelectric conversion layer (4) has a surface texture structure, and the texture structure contains fine irregularities having a difference of elevation which is smaller than half a thickness of the polycrystalline photoelectric conversion layer (4) and practically in a range of 0.05 to 3  $\mu\text{m}$ .



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

中國公用電話網(11)

特開平10-117006

(43)公開日 平成10年(1998)5月6日

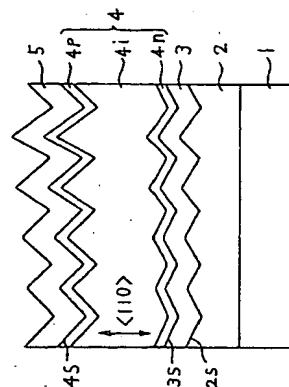
(51)IntCl. <sup>*</sup> H01L 31/04	特許配号 H01L 31/04	特許配号 H01L 31/04	FI H01L 31/04	FI H01L 31/04	未請求 請求項の図13 F D (全 8 頁)
(21)出願番号 (22)出願日 (31)優先権主張番号 (32)優先日 (33)優先権主張国	特願平9-242128 平成9年(1997)8月21日 特願平8-241195 平8(1996)8月23日 日本(JP)	特願平9-242128 平成9年(1997)8月21日 特願平8-241195 平8(1996)8月23日 日本(JP)	(71)出人 (72)発明者 (72)発明者 (72)発明者 (72)発明者	0000005941 山口化学工業株式会社 大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号 中島 昭彦 徳島市苅田区徳島町1-20-3 吉見 潔士 神戸市苅田区北花合1-1-324-403 鈴木 亨之 神戸市垂水区君子台6-6-532 山本 昌治 神戸市西区紫雲台1丁目2-W1406	請求項の図13 F D (全 8 頁)
					(74)代理人 伊藤 久郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 荷重光変換装置

【烤鱼】(25)

【課題】 光吸収効率の改善された薄膜光電変換装置を  
提供する。

【解決手段】 薄膜光電変換装置は、多結晶光電変換層(1)と、その上面を覆う金属薄膜(3)とを含む、多結晶光電変換層(4)は、0.5〜2.0μmの範囲内の平均厚さを有し、多結晶光電変換層(4)の両主面の少なくとも一方は表面テクスチャ構造を有し、そのテクスチャ構造は多結晶光電変換層(4)の厚さの1/2より小くかつ実質的に0.05〜3μmの範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含んでいる。





(5)

ることかできる。

【0029】なお、図1の薄膜光電変換装置は下地導電層2を含んでいないが、この下地導電層2は本発明において必ずしも不可欠なものではない。すなわち、ガラス基板1上に直接A層3を比較的厚く（約300nm～500nm）堆積すれば、下地層2がなくても、そのA層3の表面に微細な凹凸を含む表面テクスチャを形成することができ、このようなA層3は、たとえば200～300℃の基板温度における真空蒸着によって形成することができる。また、A層3とガラス基板1との間の付着性を考慮すれば、A層3とガラス基板1との間に約50nm厚さのTi層を挿入すればより好ましく、そのようなTi層はスパッタリングや蒸着によって形成することかできる。

【0030】図7は、本発明のさらに他の実施の形態による薄膜光電変換装置を模式的な断面図で図解している。図7の光電変換装置は図1のものに類似しているが、多結晶光電変換層4と金属反射層5との間に透明導電層からなるバッファ層3aが挿入されている。このバッファ層3aはキャリアの再結合を低減するように作用し、また金属層3からの反射光を光電変換層4内に閉じ込める効果をもたげようとする。バッファ層3aとして、透明導電物質ZnO、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SnO<sub>2</sub>およびCdOの少くとも1つ、または透光性半導体物質F<sub>2</sub>eO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、ZnSeおよびZnSの少くとも1つを用いることができる。一例として、TCO層2上に、300nmのAg薄膜3；80nmの多結晶光電変換層4；および80nmのITO層からなる透明導電層5を順次積層することによって、図7の構造を有する薄膜光電変換装置が作成された。この光電変換装置では、30mAの短絡電流、0.49Vの開放電圧、および11%の変換効率を得ることができた。

【0031】図8は、図7に示されているような薄膜光電変換装置のTEM写真の一例を示しており、下部の白い線分は200nmの長さを表わしている。図8のTEM写真においては、微細な凹凸を含む表面テクスチャ構造のみならず、多結晶光電変換層4内において＜110＞方向に延びる柱状晶が観察され得る。そして、それらの柱状品の＜110＞方向は、光電変換層の厚さ方向に対してすなわち角約15度以下の範囲内でほぼ平行になっている。

【0032】図9は、図7に示されているような薄膜光電変換装置において、ZnOのバッファ層3aの厚さが分光感度スペクトルに及ぼす影響を示すグラフである。このグラフにおいて、縦軸は光の波長（nm）を、横軸は分光感度（A/W）を表わしている。この分光感度におけるWは入射光のエネルギーをワットで表わしたものであり、Aは光電変換装置から出力される電流密度をアンペアで表わしたものである。なお、下地導電層2

としてはTiが用いられた。曲線9A、9B、9Cは、それぞれ、80nm、1000nm、および0nmの厚さを有するZnOのバッファ層3aを含む光電変換装置に対応している。曲線9Aと曲線9Cの比較から明らかなように、80nmの厚さを有するZnOのバッファ層3aを含む光電変換装置は、そのようなバッファ層を含まない光電変換装置に比べて分光感度が著しく増大していることがわかる。しかし、曲線9Aと9Bの比較から明らかなように、ZnOバッファ層3aの厚さが1000nmに増大せられた場合には、80nmの厚さのZnOバッファ層の場合に比べて、逆に分光感度が低下することか分かる。このような調査から、バッファ層3aの厚さは、0.005～0.15μmの範囲内にあることが好ましい。

【0033】図10は、本発明のさらに他の実施の形態による薄膜光電変換装置を模式的な断面図で図解している。図10の光電変換装置は図7のものに類似しているが、多結晶光電変換層4と透明導電層5との間にアモルファス光電変換層6が挿入されている。すなわち、図10の薄膜光電変換装置は、多結晶光電変換層4上にアモルファス光電変換層6が積層されたタンデム型のアモルファスシリコン層6i、およびp型のアモルファスシリコン層6pを含んでいる。図7の光電変換装置と同様に、300nm厚さのAg薄膜の全面反射層3；80nm厚さのZnO薄膜のバッファ層3a；0.5原子%水素を含む2μmの厚さの多結晶光電変換層4；0.4μm厚さのアモルファス光電変換層6および80nm厚さのITO層の透明導電層5を含むタンデム型薄膜光電変換装置が作成された。

【0034】このタンデム型光電変換装置は、13.5mAの短絡電流、1.4Vの開放電圧、および13.5%の変換効率を有していた。すなわち、図7の薄膜光電変換装置に比べて、図10のタンデム型薄膜光電変換装置では短絡電流が減少するが、高い開放電圧を得ることができ、また短波長の光をアモルファス光電変換層6で効率よく吸収しつつ長波長の光を多結晶光電変換層4で吸収することかできる。このため、光電変換効率も著しく改善されることか分かる。

【0035】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、光吸収係数、特に長波長領域における光吸収係数が改善された薄膜光電変換装置を提供することができ、その薄膜光電変換装置においては大きな短絡電流および高い開放電圧が得られるとともに、高い光電変換効率を得ることができ、

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1つの実施の形態による薄膜光電変換装置を模式的に示す断面図である。

(6)

【図2】図1における下地導電層2の断面の結晶構造を示す透過電子顕微鏡写真図である。

【図3】図2に示されているような下地導電層の表面テクスチャ構造における凹凸分布を概ね示すグラフである。

【図4】図1に示されているような薄膜光電変換装置における光学的吸収特性を示すグラフである。

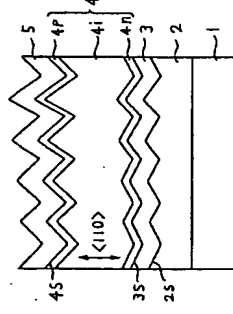
【図5】図1に示されているような薄膜光電変換装置における外部量子効率を示すグラフである。

【図6】図1に示されているような薄膜光電変換装置における光電変換層の実効光学長を求めるためのグラフである。

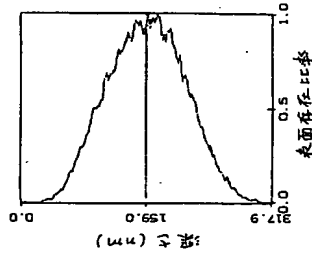
【図7】本発明の他の実施の形態による薄膜光電変換装置の模式的な断面図である。

【図8】図7に示されているような薄膜光電変換装置の

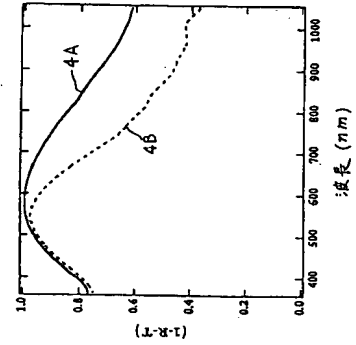
【図1】



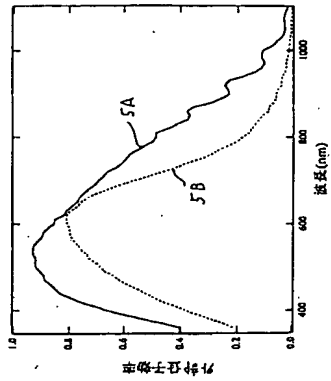
【図3】



【図4】



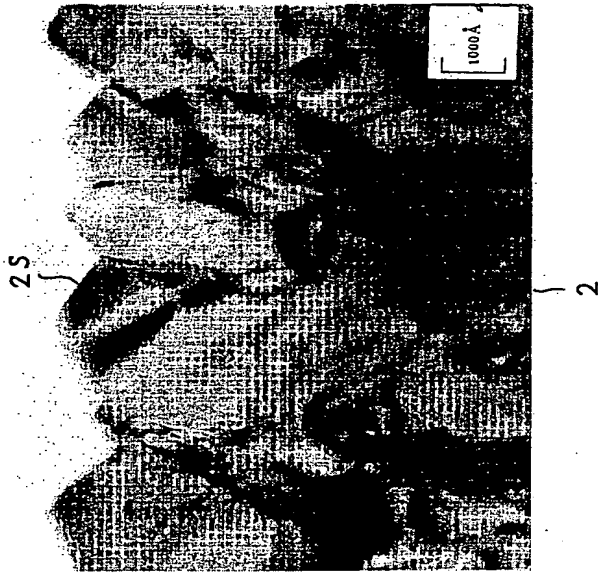
【図5】



(7)

【図2】

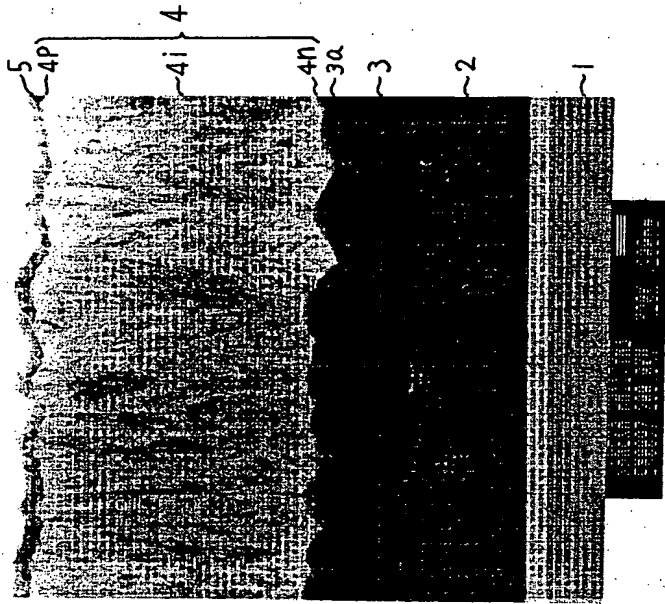
図面代用写真



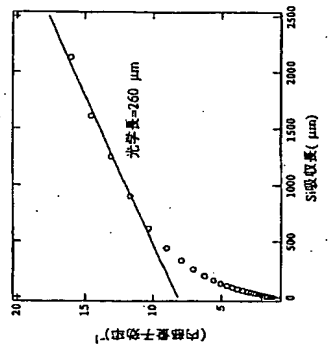
(8)

【図8】

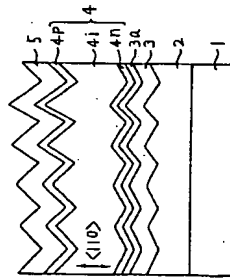
図面代用写真



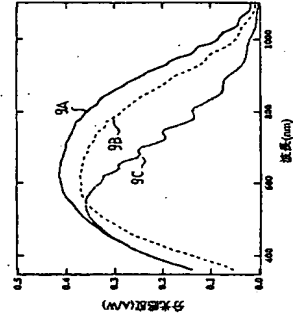
【図6】



【図7】



【図9】



【図10】

